

BEST AVAILABLE COPY

Optical recording method for arbitrary, three-dimensional object surface e.g. vase

Publication number: DE19739250

Publication date: 1998-03-26

Inventor: SPINNLER KLAUS (DE); PAULUS DIETRICH DR (DE);
LANG PETER (DE); WAGNER THOMAS DR (DE);
BAUER NORBERT DR (DE); SCHRAMM ULLRICH DR
(DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- international: **G01B11/30; G01N21/88; G01N21/95; G01B11/30;**
G01N21/88; (IPC1-7): G01B11/30; B25J18/00;
G01B11/28; G01M11/08; G01N21/84; G01N21/88

- european: G01B11/30B; G01N21/88K; G01N21/95K

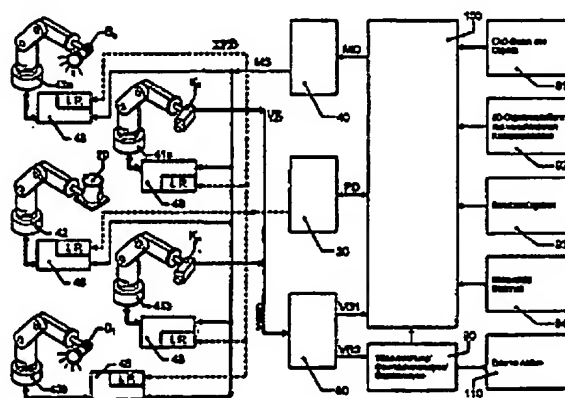
Application number: DE19971039250 19970908

Priority number(s): DE19971039250 19970908; DE19961037381 19960913

Report a data error here

Abstract of DE19739250

The method uses a lighting unit consisting of one or several lighting arrangements (B1, Bn) brought into a first spatial constellation (43a, 43b) to illuminate an arbitrary object surface (20), and a recording unit consisting of one or several image receivers (K1, Kn) in a second spatial constellation, which record images of the illuminated arbitrary object surface. The arbitrary object surface or the object carrying it, is brought into a spatial position (42) which matches with the first and second constellation of the lighting unit and the recording unit in such way, that an application-specific, predetermined surface recording is possible, at least uniformly for a first surface area of the object.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

15 nvertierung 42 ist das Objekt, dessen Freiformfläche 20 optisch abgetastet werden soll, um sie zu überprüfen. Das Objekt 20 wird in folgenden "Aufnahmeobjekt" genannt.

Die zuvor beschriebenen Positioniereinheiten haben 20 Einstellmöglichkeiten in bis zu sechs Dimensionen, nämlich drei oder weniger Richtungs-Freihheitsgrade und drei oder weniger Richtungs-Freihheitsgrade, definiert durch Drehwinkel im Raum. Jede der zuvor unbeschriebenen Positioniereinheiten wird an 20 genau über den beschriebenen Motoribus MB und ist eine "mechanische Kopplung" X zu dem jeweiligen 20 Gerät oder Objekt, das nun fest zugeordnet ist. Die 20 mechanische Kopplung X ist eine Mehrachsen-Kopplung der jeweiligen Positioniereinheit (Roboter).

(a) Das Aufnahmeobjekt 20 wird mit der Positioniereinheit 42 räumlich und in seiner Ausrichtung an der räumlichen Position eingebracht. Die Position, in 20 die das Aufnahmeobjekt mit der zu betrachtenden und aufzunehmenden Freiformfläche gebracht werden kann, ist beliebig.

(b) Beleuchtungseinrichtungen B1, B2 (7) steht für eine allgemeine ganze Zahl gleich oder größer 1) werden von den Positioniereinheiten 43a, 43b getragen. Es sind beispielhaft zwei von diesen Positioniereinheiten gezeichnet. Sowohl eine, wie auch drei, vier oder fünf und mehrere können gewählt werden, mit jeweils entsprechend bestimmter Beleuchtungseinrichtung, wobei die Anzahl des Systems zwei komplexer macht, die Ausdehnung der Oberfläche eher genauer gesteuert kann. Auch diese Positioniereinheiten 43a, 43b können die drei oder weniger räumlichen Verschiebungs-Freihheitsgrade und die drei oder weniger Richtungs-Freihheitsgrade haben.

(c) Auf weiteren Positioniereinheiten 41a, 41b sind 20 Kameras K1, K2 angebracht, wobei auf jeder Positioniereinheit jeweils eine Kamera zugeordnet ist. Jede Kamera kann damit individuell verstellt werden, auch in der oben beschriebenen Weise der maximal drei räumlichen Freiheitsgrade (Raumposition) und der maximal drei Richtungs-Freihheitsgrade (Raumwinkel oder Orientierung), um zu den schon eingebrachten Beleuchtungen und der schon eingebrachten Freiformfläche 20 eine entsprechende Aufnahmeposition einzunehmen.

Jede Kamera K, jede Beleuchtung B und ggf. auch die 20 aufzunehmende Oberfläche 20 können einzeln (individuell) über die Motoribus-Stuerung 40 in "eine Aufnahme" gebracht werden, übergeordnet gesteuert von dem Strategiemodul 100, das auf Basis von Eingangsdaten eine Aufnahmestrategie, bestehend aus mehreren Aufnahmearrangements erzeugt und die verschiedenen "Aufnahmearrangements" nacheinander über die Motoribus-Stuerung 40 einstellen läßt. So kann eine gesamte Oberfläche 20 in einer Bildauswertung 90, die von einer Bildaufnahme VB80 gespeist wird, gesammelt und ausgewertet werden. Die erwünschte Sensitivität oder Bildaufnahme 80 sammelt die Daten der Kamera, die über den Videobus VB eingeht und überträgt sie in computerisierbare Form, um sie an das Bildverarbeitungsmittel 90 weiterzugeben.

Eine Parameterformierung 90 ist vorgesehen, die über einen internen Parameterbus IP die Einstellung der Parameter an den Geräten oder der aufzunehmenden Oberfläche vornimmt. So ist es möglich,

bei den Kameras K eine spezielle Aufnahmeoptik auszuwählen, Fokussierung, Polarisationszustand, Blende oder Ähnliches einzustellen, was über einen internen Parameterbus geschieht. Für die Beleuchtungseinrichtung B können die internen Parameter die Lichtstärke oder die Art der Beleuchtung (gerichtet, strukturiert diffus oder polarisiert) vorgeben, auch gesteuert durch einen internen Parameterbus, der über den IP-Bus eingebracht wird. Auch ein Aufnahmeobjekt 20 können interne Parameter eingebracht werden. Die in der Figur als IP (interne Parameter) beispielhaft dargestellten Parameter des Aufnahmeobjekts 20 können z.B. seine Temperatur sein.

Das CAD-Datenmodell 91 liefert dem Strategiemodul 100 CAD-Daten. Diese Daten beschreiben das Objekt oder die Freiformfläche 20, soweit es für die Erstellung einer Aufnahmestrategie (bestehend aus mehreren Aufnahmearrangements) nötig ist.

Eine Objektmodellierung 92 kann vorgesehen sein, die dem Strategiemodul 100 eine aus unterschiedlichen Bildaufnahmepositionen gewonnene 3D-Beschreibung liefert, die zur Erstellung der Aufnahmestrategie verwendet wird.

Das Strategiemodul 100 entwirft auf der Basis seiner Eingangsdaten eine Aufnahmestrategie für die Fläche auf dem Objekt 20, also eine Folge von Aufnahmearrangements, die von den Positioniereinheiten 41a, 41b, 42, 43a, 43b ausgeführt werden. Hierzu wird zuerst aus Reametzangaben bestimmt, welche Oberflächenbereiche des Objekts 20 in welchen Aufnahmearrangements (Streulicht, usw.) aufgenommen werden sollen. Aus den geometrischen Positionen der aufzunehmenden Oberflächenbereiche im Raum und der Kenntnis der Freiheitsgrade der Positioniereinheiten B1 und Aufnahmeobjekt K1 sowie der Positioniereinheit 42 für das Aufnahmeobjekt wird unter Verwendung der physikalischen Gesetze zur Beleuchtung und optischer Abbildung eine Folge von geeigneten Aufnahmearrangements berechnet und an Motoribus-Stuerung 40 und Parametersteuerung weitergegeben.

Das Strategiemodul 100 kann auch Daten aus der Bildqualitäts-/Bildinhaltsvorgabe 94 erhalten. Diese Daten können aus der aktuellen Aufnahmestellung stammen, und schon hier auf die Aufnahmestrategie Rückwirkung haben. Dadurch kann z.B. eine mangelnde Bildschärfe oder eine falsche Beleuchtungsintensität nachgeregelt werden, nach Art eines geschlossenen Regelkreises. Auch können CAD-Daten des Objekts, die zur Erstellung der Aufnahmestrategie verwendet werden, nachträglich verändert werden.

In der schon erwähnten Bildauswertung 90 können Prüfaufgaben implementiert sein, z.B. eine Oberflächenprüfung, eine Vermessung oder eine Erkennung eines bestimmten charakteristischen Bereiches oder Features. Die Prüfung erfolgt mit dem von den Bildaufnahmegeräten K1, K2 gelieferten Bildausschnitt, oder an einem aus mehreren Bildausschnitten zusammengesetzten Gesamtbild der Freiformfläche. Die über die Auswertung 90 erhaltenen Ergebnisse können an ein externes Aktionsmodell 110 weitergegeben werden, das ebenfalls rückkopplend in das Strategiemodul 100 einfließen kann.

Die Folgen von Beleuchtungen unterschiedlicher Art eines 3D-Preform-Objekts in Gestalt einer Kaffeekanne ist in den Fig. 2a bis 2c und ein Ausschnitt daraus als Fehler-Detaillaufnahme in den Fig. 3a bis 3c gezeigt. Jeweils die Fig. 2a und 3a sowie die Fig. 2b und 3b sowie die Fig. 2c und 3c gehören hinsichtlich der Lichtintensität

ist, in der sie aufgenommen worden sind, zusammen. Am dunkelsten ist das Flurpaar "a", am hellsten ist das Flurpaar "c" abgeblendet. Deutlich ist zu sehen, daß aufgrund von Reflexionen 24, 22, 23 auf der Oberfläche der Kaffeekanne 20 nicht alle Oberflächenbereiche gleichzeitig mit einer Kamera und einer Beleuchtungseinrichtung aufgenommen werden können, wenn ein gleichmäßig ausgeleuchtetes Bild in einer gewissen "Zugung" (z.B. reflektiert) erhalten werden soll. Die beiden Bereiche 24 in Fig. 2a können zwar von einem intelligenten Betrachter menschlicher Natur unterschieden werden von Schalen oder Hohlraumstrukturen, eine automatische optische Erkennung aber vermag diese beiden Bereiche nicht unbedingt zu unterscheiden und könnte deshalb die Reflexionen 24 in Fig. 2a als Fehler einstufen, ebenso wie ein ausfindig vorhandener Fehler 21 in Form einer vorhandenen Glattheit in den Fig. 3a bis 3c zu erkennen gewesen wäre. Diese zu stark ausgeprägten Reflexionen und die Kamera über das Strategiemodul 100 in mehreren Aufnahmearrangements so ausgeleuchtet werden, daß die dargestellten beiden Bereiche 22, 23 der Glattheit entsprechen und ein Bild in einer einheitlichen Darstellung erhalten werden kann, das als verbleibende Unregelmäßigkeiten nur die Herstellungseigenschaften der Fig. 3a kann z.B. in mehreren Bereichen abgeleitet werden, so daß jeweils kleinere Bereiche in einer bestimmten Beleuchtungs-Anordnung und einer bestimmten Aufnahme-Anordnung abgeleitet und gespeichert werden, um danach eine weitere Aufnahme-Anordnung anzunehmen und ebenfalls einen weiteren, aus dem ersten Bereich abgeleiteten, zweiten Bereich abzusuchen und zu speichern und in Spektralraum zusammenzusetzen.

Als Bildaufnehmer können Kameras mit Zeilenaufnehmer oder mit Matrixsensoren verwendet werden. Zur Beleuchtung eignen sich alle gängigen Lichtquellen. Für die Positioniereinheiten können Handhabungsarme eingesetzt werden, die den beschriebenen Freiheitsgraden genügen.

Mit der beschriebenen Folge von im Raum festgelegten Positionen (den Aufnahmearrangements) wird die Oberflächeneingriff entweder an Oberflächenelementen oder an der gesamten Oberfläche möglich, nur basierend auf automatisierter Auswertung einer digital dargestellten Freiformfläche.

Patentansprüche

1. Verfahren oder Anordnung zum optischen Erfassen von Freiformflächen (20) bei dem oder bei der (a) eine Beleuchtungseinrichtung, bestehend aus einer oder mehreren Beleuchtungseinrichtungen (B1, B2) in eine erste räumliche Konstellation (43a, 43b) gebracht wird, um die Freiformfläche (20) zu beleuchten; (b) eine Aufnahmeeinrichtung, bestehend aus einer oder mehreren Bildaufnehmern (K1, K2) in einer zweiten räumlichen Konstellation (41a, 41b) gebracht wird, um die aus der ersten räumlichen Konstellation ausgetretene Freiformfläche (20) optisch aufzunehmen (VB80).
2. Verfahren oder Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Freiformfläche (20) oder das sie tragende Aufnahmeobjekt in eine Raumlage gebracht (42) wird, die zu der ersten und zweiten Konstellation der Beleuchtungseinrichtung und Aufnahmeeinrichtung (B1, B2)

Ba, K1, K2) so paßt, daß eine problemspezifisch vorgegebene Oberflächenabzeichnung möglich ist, zumindest einheitlich für einen ersten Oberflächenbereich der Freiformfläche (20).

3. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste und zweite räumliche Konstellation und die erste Raumlage eine "Aufnahmearrangements" bilden, um die Abzeichnung eines Bereichs (Segment) der Freiformfläche (20) in einer einheitlichen Linienanzahl, insbesondere reflektiert, im Glanzwinkel, im Streulicht zu erreichen.

4. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die komplette Oberfläche der Freiformfläche (20) durch digitales Zusammenfügen einzelner Oberflächenbereiche (Segmente) aus einer jeweiligen Aufnahmeanordnung zusammengesetzt wird.

5. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Aufnahmeanordnung aus mehreren nacheinander eingebrachten Aufnahmeanordnungen besteht, insbesondere aus dritter und vierter oder fünfter und sechster Konstellation und zugehöriger zweiter oder dritter Raumlage, die von einem Strategiemodul (100) nacheinander vorgegeben (40, MB) werden.

6. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Einstellung von Raumlage und Konstellation über Positioniereinheiten (41a, 41b; 42; 43a, 43b) ausgeführt wird, die mehrere räumliche Freiheitsgrade und mehrere räumliche Richtungs-Freihheitsgrade einzustellen erlauben.

7. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Daten der Freiformfläche oder des Objekts, das die Freiformfläche (20) trägt, von einem Datenmodell (91, 92) des Strategiemoduls (100) zugegeben werden, insbesondere mit einer Rückkopplung aus aufgetragenen Bildern (80, 90; VB1, VB2, VB) der Aufnahmeeinrichtung (B1, B2).

8. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Beleuchtungseinrichtung und die Aufnahmeeinrichtung unabhängig voneinander einstellbar sind (MB40), insbesondere alle Einrichtungen oder Aufnehmer (B1, B2, K1, K2) in den Einheiten individuell in ihrer Raumlage und ihrer Richtung im Raum einstellbar sind.

9. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem über einen Parameterbus (IP8) Vorgaben von internen Parametern (IP) in den Bildaufnehmern (K1, K2) oder den Beleuchtungseinrichtungen (B1, B2) einstellbar sind.

10. Verfahren oder Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Aufnahmeeinrichtung (K1, K2) eine oder mehrere zeilenorientierte oder matrixorientierte Kameras (4) mit entsprechenden Bildschirmpufferungen aufweisen.

11. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das optische Erfassen mit Frequenzen im sichtbaren Licht oder außerhalb des sichtbaren Lichtes wie im Infrarot-Spektralbereich oder im UV-Bereich erfolgt.

12. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem oder bei der ein zum jeweiligen Spektrum passender Bandbereichs-Filter vor der Kamera (K1, K2) eingebracht ist; oder ein die optischen Wellenlängen der Beleuchtungseinrichtungen (B1, B2)

auf den Empfindlichkeitsbereich der Kameras (K1, K2) bzw. darin befindlicher Bildchips umsetzender Filter vorgesehen ist, der vor der jeweiligen Kamera angeordnet ist.

13. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der 5 vorigen Ansprüche, bei dem oder bei der ein bzw. das Strukturmodul (100) aus den ihm zugeführten Eingangsdaten (91) über die Eigenschaft und/oder Form der Freiformfläche (20) eine Folge von erst/zweiter, dritter/vierter und fortfolgender Raumkoordinations-Paare von jeweils Belenchtungsheit (B1, B2) und Aufnahmeeinheit (K1, K2) vorgibt, die über eine Motorsteuerung (40/45) den Einheiten (B1, B2, K1, K2) ausgegeben werden, um sie nacheinander unter Erstellung von ersten, zweiten und fort folgendem Aufnahmebereich (Segmenten oder Bildbereichen) in Videodatenform (VB) auszuführen.

Hierzu 2 Seiten(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

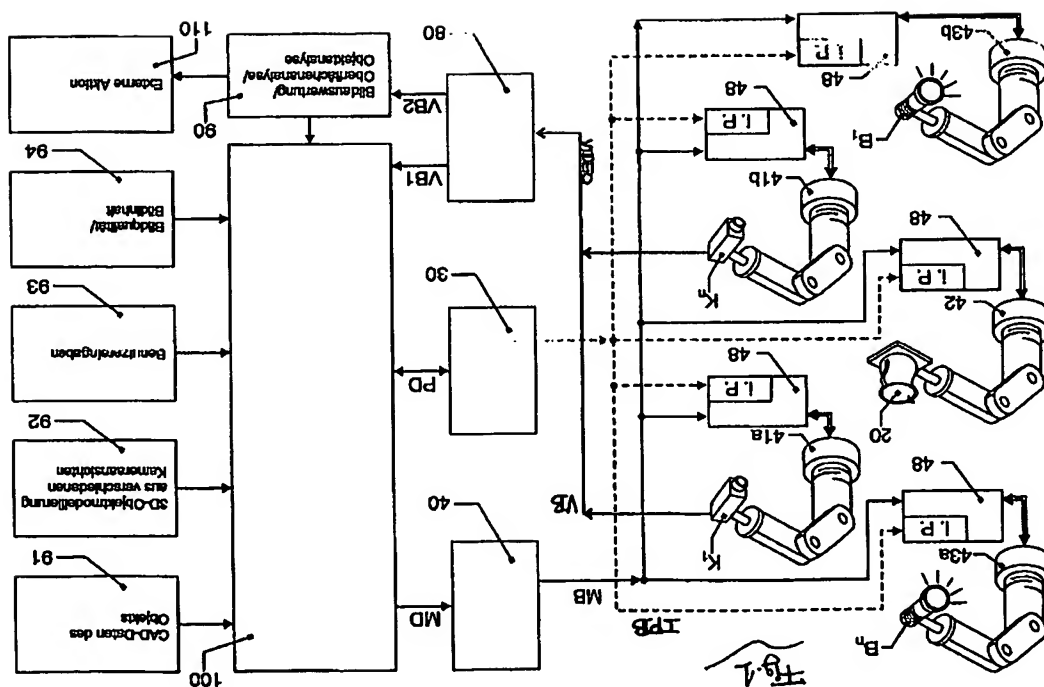
45

50

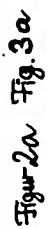
55

60

65



T. G. L.



Figur 2b

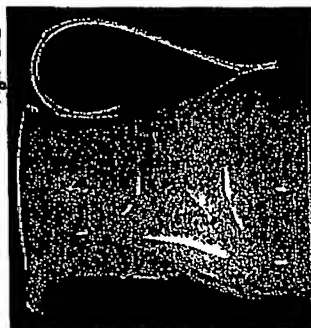
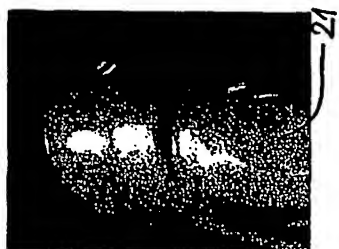


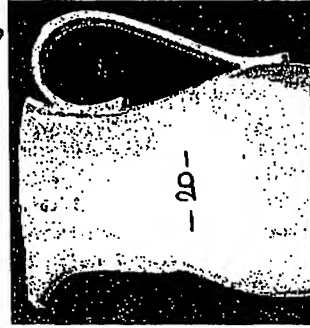
Fig. 3b



FF-3b _____ 27



Fig 2c



File 32



Optical recording method for arbitrary, three-dimensional object surface e.g vase

Publication number: DE19739250

Publication date: 1998-03-26

Inventor: SPINNLER KLAUS (DE); PAULUS DIETRICH DR (DE);
LANG PETER (DE); WAGNER THOMAS DR (DE);
BAUER NORBERT DR (DE); SCHRAMM ULLRICH DR
(DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- **International:** G01B11/30; G01N21/88; G01N21/95; G01B11/30;
G01N21/88; (IPC1-7): G01B11/30; B25J18/00;
G01B11/28; G01M11/08; G01N21/84; G01N21/88

- **European:** G01B11/30B; G01N21/88K; G01N21/95K

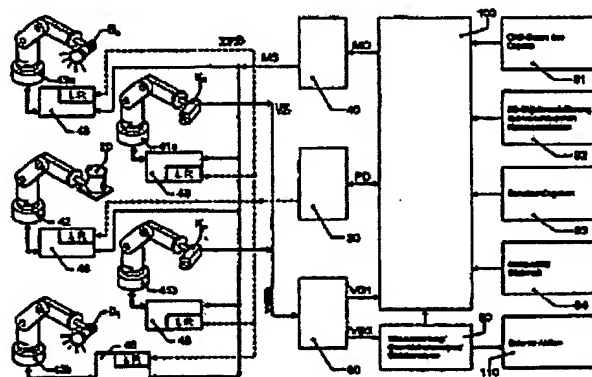
Application number: DE19971039250 19970908

Priority number(s): DE19971039250 19970908; DE19961037381 19960913

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19739250

The method uses a lighting unit consisting of one or several lighting arrangements (B1, Bn) brought into a first spatial constellation (43a, 43b) to illuminate an arbitrary object surface (20), and a recording unit consisting of one or several image receivers (K1, Kn) in a second spatial constellation, which record images of the illuminated arbitrary object surface. The arbitrary object surface or the object carrying it, is brought into a spatial position (42) which matches with the first and second constellation of the lighting unit and the recording unit in such way, that an application-specific, predetermined surface recording is possible, at least uniformly for a first surface area of the object.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Optical recording method for arbitrary, three-dimensional object surface e.g vase

Publication number: DE19739250

Publication date: 1998-03-26

Inventor: SPINNLER KLAUS (DE); PAULUS DIETRICH DR (DE);
LANG PETER (DE); WAGNER THOMAS DR (DE);
BAUER NORBERT DR (DE); SCHRAMM ULLRICH DR
(DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- international: G01B11/30; G01N21/88; G01N21/95; G01B11/30;
G01N21/88; (IPC1-7): G01B11/30; B25J18/00;
G01B11/28; G01M11/08; G01N21/84; G01N21/88
- european: G01B11/30B; G01N21/88K; G01N21/95K

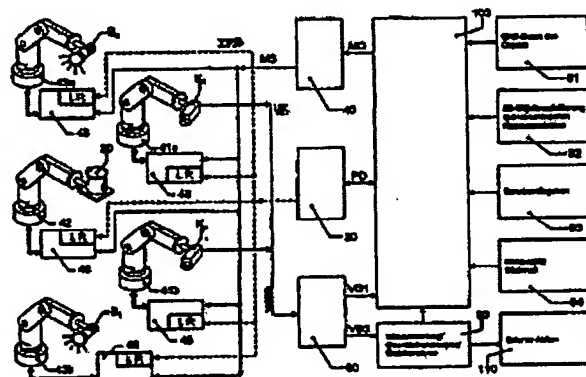
Application number: DE19971039250 19970908

Priority number(s): DE19971039250 19970908; DE19961037381 19960913

Report a data error here

Abstract of DE19739250

The method uses a lighting unit consisting of one or several lighting arrangements (B1, Bn) brought into a first spatial constellation (43a,43b) to illuminate an arbitrary object surface (20), and a recording unit consisting of one or several image receivers (K1,Kn) in a second spatial constellation, which record images of the illuminated arbitrary object surface. The arbitrary object surface or the object carrying it, is brought into a spatial position (42) which matches with the first and second constellation of the lighting unit and the recording unit in such way, that an application-specific, predetermined surface recording is possible, at least uniformly for a first surface area of the object.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.